

学校编码: 10384

学号: X2012230109

分类号_____密级_____

UDC_____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于物联网技术的食品可追溯系统的设计 和实现

Design and Implementation of Traceability System for the
Food Production Based on IOT

傅乘风

指 导 教 师: 林 坤 辉 教 授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2014 年 4 月

论文答辩日期: 2014 年 5 月

学位授予日期: 2014 年 月

指 导 教 师: _____

答辩委员会主席: _____

2014 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

近年来，食品安全问题是社会上普遍关注的热点问题，尤其是随着 H7N9 禽流感病毒于 2013 年 3 月底在上海和安徽两地率先爆发，这种全球首次发现的新亚型流感病毒使得禽蛋类食品的食品安全问题再一次成为民众关注的焦点。本文的目的是有效防止此类禽蛋类食品安全问题的出现，对食品行业进行有效监管、对食品安全隐患有效预警。

本文首先分析当前食品可追溯系统的发展现状和需要用到的技术，随后针对鸡蛋产品展开食品可追溯系统的需求分析，根据需求分析进行系统的详细设计，最后给出食品可追溯系统的实现过程。通过本文，读者不仅可以了解软件工程的过程，而且可以了解针对于鸡蛋的食品可追溯系统的内部结构。通过需求分析，按照软件工程的全过程组织文章结构，实现了一个食品可追溯系统，过程详细全面。

本文对食品可追溯系统的国内外研究现状、系统中用到的关键技术、系统的需求分析、详细设计和具体实现进行了说明。食品可追溯系统将会投入实际运营，会有随后的产品迭代更新，推出更加符合实际需求的流程，将会为食品类的安全贡献一份力量。

本文主要用到了条形码识别技术、RFID 技术，程序设计 SSH 框架等技术，完成了一个完整的食品可追溯系统，达到了预期的目的。

关键词：食品安全；可追溯系统；安卓应用

Abstract

In recent years, food safety problems have been one hot topic in daily life, especially after H7N9 virus crisis broke out in March 2013 in Shanghai and Anhui Province. Food safety issues are quite essential. This dissertation is to complete a traceability system for the food production based on Internet of things to organize and standardize the whole egg production processes.

This dissertation analyzes present situation of the current food traceability system firstly. Then, dissertation gives the system requirement analysis, detailed design and the implement of the system. In the paper, the reader will learn about the software engineering process and understand the internal structure of the traceability system for the food production based on IOT. This dissertation makes a food traceability system possible in detail.

This dissertation pays lots of attention to the details of this food traceability system, which will be put into practice and be more successful and useful. It will surely make great contributions to China's food safety.

This dissertation involves barcode recognition technology, RFID technology, programming SSH framework technology and completes a whole food traceability system and reach the original goal.

Key words: Food Safety Issues; Food Traceability System; Android Application

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 项目的背景、目的和意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.2.1 国外现状	2
1.2.2 国内现状	3
1.3 项目研究的主要内容与方法	4
1.4 论文组织结构	4
第 2 章 相关技术介绍	6
2.1 个体标识自动识别技术概述	6
2.1.1 条码识别技术	6
2.1.2 RFID 技术	8
2.1.3 其他自动识别技术性能比较与选择	8
2.2 程序开发技术	9
2.2.1 SSH 框架	9
2.2.2 Android 应用开发	9
2.3 数据库	9
2.3.1 Oracle 11g	10
2.3.2 mySQL	10
2.4 数据交互技术	10
2.5 本章小结	11
第 3 章 系统需求分析	12
3.1 流程现状分析	12
3.2 功能流程分析	14
3.3 系统使用者分析	15
3.4 系统用例图	15
3.5 本章小结	16

第 4 章 系统设计	17
4.1 可追溯系统的构成	17
4.1.1 养殖场信息采集与质控系统	18
4.1.2 运输链条信息采集与质控系统	18
4.1.3 销售链条信息采集与质控系统	18
4.1.4 消费者信息查询系统	19
4.1.5 信息综合管理系统	19
4.2 可追溯系统总体架构	19
4.3 数据库设计	21
4.4 传感层设计	26
4.4.1 传感层数据交互设计	26
4.4.2 读写器工作流程设计	27
4.5 人机界面设计	28
4.5.1 界面风格设计	28
4.5.2 界面流程设计	29
4.6 服务器端设计	28
4.5.1 基本信息服务器端设计	28
4.5.2 养殖场详细信息查询服务器	29
4.7 本章小结	30
第 5 章 系统的实现	34
5.1 硬件设备	34
5.2 软件环境	34
5.3 数据库的实现	35
5.4 传感层的实现	36
5.4.1 RFID 阅读器和标签的实现	37
5.4.2 二维条形码识别的实现	41
5.5 服务器的实现	44
5.5.1 服务器框架实现	44

5.5.2 服务器交互实现.....	46
5.6 人机界面的实现.....	47
5.7 本章小结.....	51
第6章 总结与展望	52
6.1 总结.....	52
6.2 展望.....	52
参考文献	53
致谢	55

Contents

Chapter 1 Preface	1
1.1 Project development background and objective	1
1.2 Industry existing problems	1
1.2.1 Development abroad	2
1.2.2 Development at home	3
1.3 Research methods	4
1.4 The structure of this dissertation	5
Chapter 2 System Related Technologies Outline	6
2.1 ID recognition platform	6
2.1.1 ID recognition technology	6
2.1.2 RFID technology	7
2.2.3 Comparison of different recognition technologies	7
2.2 Programming development technology	8
2.2.1 SSH framework	9
2.2.2 Android development	9
2.3 Database	9
2.3.1 Oracle	10
2.3.2 mySQL	10
2.4 Data exchange technology	10
2.5 Summary	11
Chapter 3 Requirements Analysis	12
3.1 System Overview	12
3.2 Project Overview	13
3.3 System functional requirements	14
3.4 System usersanalysis	14
3.5 Summary	14
Chapter 4 System Design	16

4.1 Architecture design	17
4.1.1 System software architecture	17
4.1.2 System Architecture	18
4.1.3 Framework.....	20
4.1.4 Program business process diagrams	20
4.1.5Information process diagrams	20
4.2 Preliminary design	21
4.3Database design	21
4.4 Preliminary design	21
4.3.1 Module structure diagram.....	22
4.3.2 The list of programs.....	22
4.4 Sensor design	25
4.5 Preliminary design	26
4.6 Server design.....	26
4.7 Summary	27
Chapter 5 Detailed Design and Implementation	28
5.1 Detailed Design of Container Management	30
5.2 Detailed Design	32
5.2.1 dynamic Interface	33
5.2.2 Manual sub-function.....	35
5.2.3 Management sub-function	35
5.3 Development Environment and System Settings	35
5.3.1 Development environment and tools	36
5.3.2 System settings	36
5.4 Implementation and Key Code	40
5.4.1 Login.....	42
5.4.2 Container Management.....	45
5.4.3 Trace Checking.....	47
5.5 Summary	47

Chapter 6 Conclusions and Future Works.....	51
6.1 Conclusions	51
6.2 Future works.....	52
References.....	53
Acknowledgements	55

厦门大学博硕士论文摘要库

第1章 绪论

最近几年来,食品类的安全已经成为民生普遍关注的焦点问题,特别在 H7N9 禽流感病毒于 2013 年 3 月从上海和安徽两陆续出现,这种全球首次发现的新亚型流感病毒使得禽蛋类食品的食品安全问题再一次成为民众关心的焦点^[1-3]。特别是现阶段,许多食品安全陆续发生在公众的眼前,导致老百姓担心购买的食物会不会产生相关食品安全问题,特别是禽蛋类产品需要一定的保鲜条件并具有一定的保鲜时间,禽蛋类产品的食品安全问题不断浮现^[4,5]。2012 年初,假鸡蛋的新闻闹得沸沸扬扬。这些假鸡蛋均是利用化学原料或食品添加剂制作而成。出现假鸡蛋被部分人添加了柠檬黄,导致人的神经系统受到相应影响,使人出现不适反应。一旦儿童食用就会出现身体不适,鸡蛋的加工过程中还要添加化学物品,里面的元素对人的智力及发育会有较严重的影响^[7]。日常生活中,百姓从市场上买到的鸡蛋不能确定是否新鲜,偶尔会遇到鸡蛋不新鲜引发的食品安全问题。

1.1 项目的背景、目的和意义

要解决食品安全问题、对食品行业进行有效监管、对食品安全隐患有效预警,首先需要将食品的生产、运输和销售等环节相互连接,使其不再是相对独立的信息孤岛,并对其进行有效监控,使得食品产业链上各个重要环节信息透明,这就要求必须不断完善食品安全管理机制和监管方式^[8]。除此之外,还应该让消费者参与到这些环节的监控过程中,使得过程的数据信息对消费者透明。

基于物联网技术的食品可追溯系统旨在整理并规范整个禽蛋类食品的生产流程,并采用先进的物联网技术对生产、运输和销售整个环节进行数据的实时采集,同时消费者可以通过手机客户端、超市服务终端和网络等方式查询购买到的禽蛋类食品的生产、运输和销售过程的数据,做到明白消费、放心食用,从而有效防止禽蛋类食品的食品安全事故的发生。同时,系统还可以为其他食品安全问题提供解决思路。

1.2 国内外研究现状

食品的可追溯管理,同时称为“食品溯源”,欧盟国家的含义是:“在整个食物链全过程中发现和追踪食品主要生产、加工、配送以及用于食品生产的动物饲料或者其它原料的可能性”^[9];国际食品法典委员会(CAC)的含义是:“鉴别和识

别食品在哪里产生、销售什么地方、以及产品如何变化之间的关联和信息的能力”。由于国内外开展食品可追溯的研究程度不同，本节将对国外和国内的食品安全可追溯系统的发展与现状进行分别描述。

1.2.1 国外现状

美国、日本、欧盟等国家都不约而同在制定相关政策，这些国家通过建立完善的食物法律法规、安全体系与组织执行机关相配套，上世纪 90 年代初以来，大部分国家和地区开始要求相关部门要切实可行建立可追溯制度来加强食品质量管理以及监控，与此同时，政府与企业也逐步建立起以控制、预防和追溯为特点，从而让食品安全生产、运输、销售等受到全面监控和管理。

2000 年 1 月 12 日欧盟国家发表的《食品安全白皮书》把食品安全看作是欧盟国家食品法的主要目标，建立起一个崭新的食品安全管理体系。最早开始食品安全追溯的地方是欧盟国家。第一次将“农村生产的产品到餐桌可食用食品”的全过程纳入卫生检查政策，特别是提出食物生产者对食品安全所要承担的相关责任。欧盟国家技术法规第 178 号从 2004 年起，在欧盟国家范围内销售的所有食品都应该可提供相应技术的可加追溯，它包括：在生产、加工和销售的所有环节应建立可追溯的技术；食品和饲料的经营者应建立如何与其他经营者相关联的体系及程序；食品和饲料的提供者应搭建能够识别所有参与食品链过程中的人和物的系统及程序；同时建立食品可追溯识别的文件管理体系^[10]。

美国对食品安全实行强制性的管理。2002 年美国开始颁布《生物性恐怖主义法案》，第一次把食品安全提升到国家安全战略的高度，倡导“从农场到餐桌的风险管理体系”。FDA 随后又通过《管理性扣留的规定》、《生产设施注册及进口食品运输前通知的规定》和《记录建立和保持的规定》等制度，为部门执法者和公司提供充分的食品追溯执法依据与技术管理标准。2004 年又颁布了《食品安全跟踪条例》，要求全部涉及食品生产、运输、进口的相关公司要建立健全食品流通全记录过程，并要求所有参与食品生产相关企业在 2006 年底前都务必建立健全食品安全可追溯制度和管理。在这之后美国对所有牛、羊、狗等牲畜都要求从出生之日起就要扣上耳标，并将陪伴它们终生，也考虑用电子微芯片取替代耳标。

日本在食品方面也走在世界前列，颁布了相应的法律法规，同时在销售阶段大部分商场已建立食品可追溯的终端系统，供消费者来查询所购买食品信息使用。在日本政府的推动下从 2001 年起肉类生产供应体系已介入信息可追踪系统，要求

肉类公司实施强制性的养殖到销售点以及消费者的食品可追溯系统、允许消费者通过 IE 导入包装盒上的肉类 ID 号码,从而获得他们所消费的肉类最原始信息^[17]。

欧洲国家荷兰也实施了禽蛋类等食品的综合系统 (IKB), 无论从质量方面的控制系统, 还是为了保证从生产和加工以及销售等所有重要环节受到监管。

食品安全监管体系在国外已经相当地成熟, 并发展成一定规模, 它的信息查询系统的建设化程度也很完善, 全面、科学和系统地体现农产品可追溯系统。追溯系统主要包含四个方面: 食品安全质量采集信息、标签制度和食品发布的全过程控制、风险类食品评估等。但是对农产品供应链、运输、销售一体的可追溯研究还没有深入探讨, 这一技术空白还有进步的。

1.2.2 国内现状

国内于 2001 年开始对食品安全追溯系统进行开发, 7 月起上海市根有关法律、法规并结合上海市相关公司的实际情况, 根据当前特殊情况而制定《上海市食用农产品安全监管暂行办法》, 提出在生产、销售相关环节要建立市场录入档案, 旨在加强对农产品生产销售的的安全管理和监管, 预防因农产品的污染及有毒因素对人体的健康造成影响, 提供人体健康和生命安全保障。之后全国各省直辖市开始对不同产品搭建食品安全可追溯系统, 包括了家禽产品、蔬菜、乳制品、水果、海鲜等。例如: 吐鲁番哈密瓜水果可追溯系统、济南加工食品安全监管追溯系统、南昌脐橙产品追溯信息系统、陕西牛肉产品可追溯试点、山东省的蔬菜可追溯信息系统、远山生产河田鸡供应链追溯与跟踪系统。

2007 年, 北京市启用了首都奥运食品安全可追溯系统, 用来确保奥运会期间的食品安全, 对于北京食品从生产到销售整个供应链进行全程全面的跟踪, 是一个很好的应用模型和范例。该系统在奥运会结束后也转变成了首都食品安全的日常监管措施。

近年来, 随着物联网技术的兴起, 食品可追溯系统也有了长足的进步。

成都市人民政府在 2008 年初把物联网的技术充分应用到可追溯系统中, 他们把生猪产品列为食品质量安全可追溯体系的个体。消费者可登录相关网站并输入食品安全追溯码, 查询结果很快出现, 各种环节如货品渠道、物品供应商、动物检验合格、商户、屠宰场、猪肉提供商、肉品品质、检验时间等信息清晰明了。

2012 年 1 月, 首都北京 “牲畜肉类食品” 的服务体系试点投入运行, 以北京大鸿门公司、北京顺新鹏程公司、北京第五肉联产品公司为主的三家公司都开始

建立了向上关联养殖场信息、向下追溯至零售终端全过程的追溯链。系统采用追溯电子秤、终端手持交易、RFID 技术、激光灼刻、物联网技术感知系统等方法，提供了牲畜内类产口的安全供应及销售保障办法，一定程度上带动了屠宰、批发、零售企业积极参与到“放心肉”系统构建中来，确保消费者安全购买及食用。

1.3 项目研究的主要内容与方法

本论文围绕以下主要内容展开：

1. 论文分析了近年来发生的有关食品安全问题的事件。针对这些食品安全频频发生的问题，本论文提出了相应的解决方法。其次，本论文对鸡蛋等禽蛋类产品的可追溯系统研究现状做了分析，提出鸡蛋等禽蛋类产品在现有系统当中的不足，明确了本论文研究课题的目的和意义。

2. 本论文对鸡蛋等禽蛋类产品的可追溯系统进行了需求分析。本论文分析了禽蛋类产品业务流程，包括养殖环节、运输环节、销售环节以及消费者环节；在此基础上总结了系统的服务对象，以及各服务对象的功能需求，并且进一步给出了初步的系统设计方案。

3. 论文根据设计方案细化每一个子系统的功能，并且初步确定子系统的构成，完成系统的详细设计，针对于系统的内部细节的设计进行讨论研究，完成详细的设计方案。

4. 本论文介绍了详细的系统实现过程。本论文在论文开始讨论了实施过程中需要用到的关键技术，本章将根据系统的设计方案进行系统的开发，选择最优秀、最高效的开发技术和方案进行开发工作。论文中将详细介绍开发中的关键代码。

5. 在完成系统开发阶段后给出了全文的总结以及未来发展的展望。

论文遵循软件工程的开发流程，通过需求分析、详细设计和系统实现等步骤完成了基于物联网技术的食品可追溯系统，可通过对本文的阅读了解到软件工程的基本流程，并且学习及掌握开发过程中的一些关键技术。

1.4 论文组织结构

本论文组织结构如下：

第一章介绍了论文写作的背景和目前可追溯系统的国内外发展现状；

第二章介绍了可追溯系统所涉及的技术，系统的核心在于收集、整理并保存食品在生产、运输和销售等多个环节的信息，在随后的查询过程中可以通过方便的

查询方式为消费者利用。在食品可追溯系统中运用到的技术包括了标识自动识别技术、数据库系统技术等；

第三章介绍了可追溯系统的需求分析过程，系统的开发严格按照软件开发的一般流程进行，软件开发的一般流程为需求分析、概要设计、详细设计、实现与测试。所有流程紧密相连，缺一不可。在本章中从系统需求出发，讲述系统的整个设计与开发过程；

第四章介绍了可追溯系统的概要设计和详细设计过程，根据需求分析结果可以看出食品可追溯系统的功能流程，根据功能流程可以对系统进行详细设计。本章主要讲述了根据需求分析得到的系统构成图、系统架构、详细的数据库设计、界面设计、RFID 调用设计等，并进行详细描写；

第五章介绍了可追溯系统的实现过程，将对详细设计的内容进行具体的实施，将设计方案转化成实际运用的产品。本章将首先确定硬件设备和软件环境，之后在完备的硬件软件条件下进行系统的开发，包括了数据库的实现、RFID 读写器的实现、二维条形码扫描的实现、服务器的搭建以及最终的用户界面的实现等等。通过本章，一个完整的食品可追溯系统已经搭建完毕，系统的开发初具规模，只待测试和最终的部署；

第六章对全文进行了总结和展望，针对食品可追溯系统的国内外研究现状、系统中用到的关键技术、系统的需求分析、详细设计和具体实现进行了说明。食品可追溯系统将会投入实际运营，会有随后的产品迭代更新，推出更加符合实际需求的流程，将会为食品类的安全贡献一份力量。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库